

PAT-NO: JP408282520A  
DOCUMENT- IDENTIFIER: JP 08282520 A  
TITLE: REAR WHEEL STEERING DEVICE  
PUBN-DATE: October 29, 1996

INVENTOR- INFORMATION:

NAME  
FUSHIMI, TAKEHIKO  
MASE, HISAYASU  
HATANO, TAKESHI

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AISIN SEIKI CO LTD	N/A

APPL-NO: JP07085594

APPL-DATE: April 11, 1995

INT-CL (IPC): B62D006/00, B62D007/14

ABSTRACT:

PURPOSE: To detect damaged sensors, and thereby enhance safety when detection for the neutral point of a rear wheel steering angle is duplicated.

CONSTITUTION: In a steering control device equipped with a vehicle condition detection means, a steering angle control means, a rear wheel steering mechanism including an electric motor, and a steering angle detection means 21 detecting the neutral point of a rear wheel steering angle, the steering angle detection means is formed out of double systems 21a and 21b, and when the

steering angle detection means functionally fails out of the steering angle detection means, failure detection means R2, R3, R4 and R5 outputting different signals are provided for the steering angle detection means and the steering angle control means, so that failure detection is thereby performed.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-282520

(43)公開日 平成8年(1996)10月29日

(51)Int.Cl.<sup>\*</sup>  
B 6 2 D 6/00  
7/14  
// B 6 2 D 101:00  
105:00  
113:00

識別記号 庁内整理番号

F I  
B 6 2 D 6/00  
7/14

技術表示箇所  
A

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全14頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-85594

(22)出願日 平成7年(1995)4月11日

(71)出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72)発明者 伏見武彦

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 間瀬久康

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 羽田野武

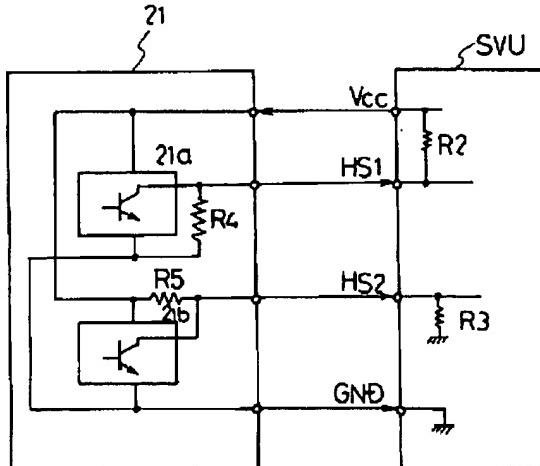
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(54)【発明の名称】 後輪操舵装置

(57)【要約】

【目的】 後輪舵角の中立点検出を二重化した場合に、センサ故障を検出し安全性の向上を図る。

【構成】 車両状態検出手段(17, 20, 22, 23, 24)、舵角制御手段(9, SVU)、電動モータ(12)を含む後輪操舵機構(11)、後輪舵角の中立点検出を行う舵角検出手段(21)を備えた操舵制御装置において、舵角検出手段は二重系(21a, 21b)の構成とし、舵角検出手段から舵角制御手段の機能が欠陥した場合には、異なった信号を出力する故障検知手段(R2, R3, R4, R5)を、前記舵角検出手段と前記舵角制御手段に設けて故障検知を行う後輪操舵装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の状態を検出する車両状態検出手段、前記車両状態検出手段の情報に基づき後輪を駆動する信号を生成する舵角制御手段、前記舵角制御手段が生成した信号により駆動される電動モータを含み後輪の操舵駆動を行う後輪操舵機構、前記後輪操舵機構により操舵駆動され、後輪舵角の中立点検出を行う舵角検出手段を備えた操舵制御装置において、前記舵角検出手段は二重系の構成とし、前記舵角制御手段との接続により機能するものであり、前記舵角検出手段の機能が欠陥した場合には、二重系の出力が互いに異なった信号を出力する故障検知手段を、前記舵角検出手段と前記舵角制御手段に設けて故障検知を行うことを特徴とする車両の後輪操舵制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、後輪操舵車両における後輪操舵制御装置、特に故障に対する安全対策に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、後輪操舵制御装置は、例えば、車輪速センサ、前輪舵角センサ、後輪舵角センサ等で構成される各種センサ群と後輪操舵を行うアクチュエータと、ドライバを含む電子制御ユニットで構成され、後輪舵角の中立点検出が重要となっている。この後輪舵角の中立点を検出するためにセンサを2つ持つものとしては、特開平5-97046号公報に記載されるように、後輪舵角の中立点検出のため電動モータのモータ軸側にメインセンサ、後輪操舵を行うアクチュエータ側にサブセンサを設け、2つのセンサを用いた後輪の中立点検出法が開示されているが、この方法によると、センサから電子制御ユニットへ配線を引っぱらなければならなくなるし、配線もセンサの電源2本と信号線1本の組が2組必要となる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来は後輪操舵装置の場合、車輪速センサ、前輪舵角センサ、後輪舵角センサ等で構成される各種センサ群、後輪操舵を行うアクチュエータ、マイクロコンピュータと電動モータを駆動するドライバを含む電子制御ユニットで構成される。一般的に、電子制御ユニットは車内に配置し、後輪操舵を行うアクチュエータは電動モータと共に後輪の近傍に、また後輪舵角の中立点検出を行う後輪舵角センサはアクチュエータ近傍である車外に配置する構成になっている。このような構成にした場合、電子制御ユニットとアクチュエータとの配線、及び電子制御ユニットと後輪の中立点を検出するセンサ等の配線の長さが長くなり、電子制御ユニットの電動モータを駆動するドライバから電動モータに対し大きな電流が流れるために、配線の太さを大きくしなければならないし、また、配線の長さ

が長くなることにより、電気ノイズによる影響等の問題が出てくる。

【0004】このような問題を解決するために、電子制御ユニットの一部の機能を後輪操舵を行うアクチュエータに内蔵したシステム（サーボユニット化）を考える。以下に、このサーボユニット化について説明する。

【0005】サーボユニット化とは、前輪舵角センサ、車輪速センサ等の情報に基づいて、後輪の目標操舵量に関する情報を出力する第1のデジタルプロセッサを持つ

10 電子制御ユニットと、この電子制御ユニットと通信を行い、電子制御ユニットが output した後輪の目標操舵量に関する情報により後輪操舵信号を出力する第2のデジタルプロセッサを設け、この第2のデジタルプロセッサの出力する後輪操舵信号により電動モータを駆動するドライバを含むサーボユニット SVU を備えたものであり、後輪を操舵するアクチュエータである後輪操舵機構には、サーボユニット SVU、磁極センサ、電動モータ、及び後輪舵角の中立点の検出を行うセンサを持つような構成としたものである。

20 【0006】このような構成にした場合には、後輪操舵を行うアクチュエータである後輪操舵機構に電子制御ユニットの一部の機能を持たせたサーボユニット SVU、後輪舵角の中立点を検出するセンサが搭載されるために、大きさが小さくなくてはいけないといった問題点が挙げられる。

【0007】また、後輪操舵制御を行うにあたっては、後輪舵角の中立点検出が重要となる。例えば、後輪操舵制御の基となる後輪舵角の中立点がずれると、車両を運転するドライバは、真っすぐ進もうと思っても後輪の中

30 立位置がずれているため、ハンドルで修正しながら運転しなければいけなくなるし、後輪を最大角操舵する指令が電子制御ユニットより発せられた場合には、後輪操舵機構に内蔵されている歯車の噛み込みが発生して、歯車がロックしてしまうという状態が発生するために、正確な後輪操舵制御ができなくなってしまう。また、後輪舵角の中立点を検出するセンサを安全性を考えて二重化した場合には、以下に示すような問題が発生する。電源を含めた二重化は、センサ電源2本と信号線1本の組が2組必要になり、配線の長さは倍になる。配線を少なくするため電源を共通化した場合、電源の接続が故障すると、2つのセンサは同じ出力状態を示す。この場合、電子制御ユニットは、センサ出力が正常であるとみなし、故障であるにもかかわらず間違ったセンサ出力に応じた制御を行ってしまうために正確な後輪操舵制御ができなくなってしまう。このようなことを防止するために、センサの二重化を考えた場合には、いずれかセンサ、または、配線が故障した場合に、センサ故障を検出しなければならない。

40 【0008】 【課題を解決するための手段】このような課題を解決す

50 【課題を解決するための手段】このように課題を解決す

3

るため、車両の状態を検出する車両状態検出手段(17, 20, 22, 23, 24)、前記車両状態検出手段の情報に基づき後輪を駆動する信号を生成する舵角制御手段(9, SVU)、前記舵角制御手段が生成した信号により駆動される電動モータ(12)を含み後輪の操舵を行う後輪操舵機構(11)、前記後輪操舵機構により操舵駆動され、後輪舵角の中立点検出を行う舵角検出手段(21)を備えた操舵制御装置において、前記舵角検出手段は二重系(21a, 21b)の構成とし、前記舵角制御手段との接続により機能するものであり、前記舵角検出手段からの機能が欠陥した場合には、二重系の出力が互いに異なった信号を出力する故障検知手段(R2, R3, R4, R5)を、前記舵角検出手段と前記舵角制御手段に設けて故障検知を行うことを特徴とする車両の後輪操舵制御装置である。

【0009】なお上記括弧内に示した記号は、後述する実施例中の対応する要素の符号を参考までに示したものであるが、本発明の各構成要素は実施例中の具体的な要素のみに限定されるものではない。

#### 【0010】

【作用】後輪舵角の中立点を検出するセンサを二重系の構成とすることにより、一方のセンサが欠陥した場合には、電子制御ユニットのポート入力を高レベル電圧(Hi)に固定し、またもう一方が欠陥した場合には、電子制御ユニットのポート入力を低レベル電圧(Lo)に固定することで、互いに異なった信号出力にする故障検知回路を設けることによりセンサ故障が判別できる。

【0011】また、後輪操舵機構に後輪の中立点を検出するセンサを設け、二重化したセンサに供給する電源を共通化することにより配線の長さを短くすることが可能となり、コストの低減がはかれる。

#### 【0012】

【実施例】本発明を実施する自動車の操舵系の構成を図1に示す。図1において、13が左前輪、14が右前輪、15が左後輪、16が右後輪を示している。ステアリングホイール19の操舵軸は、前輪操舵機構10と連結されて、前輪操舵機構10には、ラック&ピニオン機構が内蔵されており、ステアリングホイール19に運動してピニオンが回動すると、それと噛み合うラックが形成されたラック軸10aが軸方向(左右方向)に移動し、ラック軸10aが動くと、それに連結された前輪13及び14の舵角が変わる。

【0013】この実施例では、前輪舵角を検出するため、前輪の舵角検出器17及び20が設置してある。前輪の舵角検出器17は、ラック軸10aの軸方向の位置を検出する前輪舵角センサであり、舵角検出器20は、ステアリングホイール19の操舵軸の回転に伴ってパルスを発生するロータリーエンコーダである。前輪の舵角検出器17及び20が出力する信号は、車内に設置された電子制御ユニット9に入力される。車速を検出するた

4

めに、2種類の車速検出器22及び23が設置してある。車速検出器22は実際の車輪の回転速度に基づいて車速を検出し、車速検出器23は、変速機の出力軸の回転速度に基づいて車速を検出する。車速検出器22, 23が出力する信号、及び、ヨーレート検出器24が出力する信号は、各自、電子制御ユニット9に入力される。

【0014】後輪15及び16は、ラック軸25に連結され、ラック軸上に磁石を持つ後輪の舵角の中立点を検出する舵角検出器21が設けてあり、この磁石の移動を舵角検出器21で検出する。つまり、後輪を操舵することにより起電力を発生するホール効果を利用して、小型のホールICのセンサが付いている。舵角検出器21の信号は、サーボユニットSVUに入力される。ラック軸25の軸方向(左右方向)の移動に伴って後輪15及び16の舵角が変わる。ラック軸25は後輪操舵機構11に連結されている。後輪操舵機構11は、操舵駆動用の電動モータ(ブラシレスモータ)12、モータの回転位置を検出する磁極センサ18、サーボユニットSVU、及び前記に示した舵角検出器21を含み減速機を内蔵する。

【0015】イグニションスイッチIGを介しバッテリー2と接続された第1の電源ラインDIGは、電子制御ユニット9とサーボユニットSVUに接続されている。

【0016】図1に示した装置の実際の後輪操舵機構11の構成を図2に示す。

【0017】サーボユニットSVU、電動モータ12、磁極センサ18、及び舵角検出器21は、後輪操舵機構11の同一ハウジング内に内蔵されている。サーボユニットSVUは、コネクタCNを介し、マイクロコンピュータ8からのリレー駆動信号と電子制御ユニット9のマイクロコンピュータ1の出力するサーボユニット許可信号ENBの2つの信号の論理積によりリレー信号が作られ、リレードライバDV1を介しリレー3に接続されてサーボユニットSVUに電源を供給するように接続されている。

【0018】図1の電子制御ユニット9の構成を図3に示し、サーボユニットSVUの構成を図4に示す。まず図3を参照し、電子制御ユニット9の構成について説明を行う。電子制御ユニット9は、マイクロコンピュータ1、電源ユニット4、電源監視回路6、インターフェースIF1、IF2を備えていて、マイクロコンピュータ1は、A/D変換器、タイマ及びシリアル通信回路を内蔵している。電源ユニット4は、安定化された5V電源を出力し、パワーオン時とか電源電圧低下時にリセット信号を出力するリセット回路と、ウォッチドッグ回路を備えている。インターフェースIF1、IF2は、信号

の波形整形、増幅、レベル調整をする信号処理回路である。

【0019】マイクロコンピュータ1の入力ポートには、インターフェースIF1を介して車輪速、前輪舵角、ヨーレート、変速機車速に関する信号が入力される。前輪舵角、ヨーレートの信号はアナログ信号であるため、マイクロコンピュータ1に内蔵のA/D変換器により、所定周期毎にサンプリングされ記憶される。

【0020】電子制御ユニット9とサーボユニットSVUとの間は通信線TXD、RXDで互いに接続されている。信号線TXD、RXDは、インターフェースIF2を介して、マイクロコンピュータ1のシリアル通信回路と接続されている。TXDで送信し、RXDで受信してマイクロコンピュータ1とサーボユニットSVU間で情報の通信を行っている。

【0021】例えば、ここに記載される電子制御ユニット9は後輪操舵用の電子制御ユニットに限ったものではなく、車両のシャシーを総合的に制御する電子制御ユニット、又は、アンチロック、トラクション、サスペンションなどのいずれかの電子制御ユニットでもよく、後輪操舵機構の駆動に対し必要な情報を渡せるものならば限定されない。

【0022】電子制御ユニット9から出力されるサーボユニットSVU許可信号ENBは、通信状態を監視し通信が正常に行われている場合には高レベル電圧(Hi)を出力し、通信異常時には低レベル電圧(Lo)を出力して、サーボユニットSVUに電動モータ12を駆動するドライバDV3に対してパワー電源PIGの供給を行うか否かを決める信号である。

【0023】次に、図4を参照してサーボユニットSVUを説明する。サーボユニットSVUは、マイクロコンピュータ8、電源ユニット71、インターフェースIF3、抵抗器R1、ドライバDV2、DV3及びリレードライバDV1を備えている。

【0024】また、A/D変換器及びシリアル通信回路を内蔵していて、電源ユニット71は、安定化された5Vの電圧を出力する安定化電源と、パワーオン時及び電圧低下時にリセットをかけるウォッチドッグタイマ回路を持っている。また、インターフェースIF3は、信号の波形整形、増幅、レベル調整を行う信号処理回路である。

【0025】電子制御ユニット9とサーボユニットSVUを接続する信号線、及びサーボユニットSVU許可信号ENBは、インターフェースIF3を介し、マイクロコンピュータ8と接続されており、マイクロコンピュータ8は、信号線TXDで送信し、RXDで受信を行う。

【0026】ドライバDV2は、増幅器74、電流レベル検出器MS、MOC、昇圧回路75、論理回路72はPWM合成回路を含み、電流制限回路CL1、CL2、ゲートドライバ76、77で構成されている。ドライバ

DV3は、スイッチング素子(パワーMOS FET)と保護用のダイオードである6組のスイッチングユニットU11、U12、U13、U21、U22、U23で構成されており、その出力に電動モータ12のスター接続された3相のコイルU、V、Wの各端子が接続されている。

【0027】抵抗器R1はドライバDV3に流れる電流に応じた電圧を出力し、この電圧レベルを増幅器74が増幅する。電流レベル検出器MS、MOCは、増幅器74の出力電圧を、しきい値ref1、ref2と比較して、電流が過大か否かを判別し、MS、MOCが出力する信号S1及びS2は、マイクロコンピュータ8及び電流制限回路CL1、CL2に入力される。

【0028】電動モータ12を駆動するためには、U→V、V→W、W→U、V→U、W→V、U→Wのいずれかの端子間に電流を流し、電流を流す端子を順次切り換える必要がある。6組のスイッチングユニットU11、U12、U13、U21、U22、U23の1対をオンすることで、電動モータの12の端子間に電流を流すことができる。但し、スイッチングユニットU11とU21、U12とU22、U13とU23の対になったトランジスタを同時にオンすると、電源ラインPIGとPGND間がショートしてしまうため、そのような状況は避けなければならない。

【0029】通常、マイクロコンピュータ8は、出力ポートLA1、LB1、LC1、LA2、LB2、LC2に信号を出力し電動モータ12の端子間に電流を流すので、電源ラインPIGとPGND間のショートは生じないが、論理回路72で入力信号の組合せを識別し、マイクロコンピュータ8の動作に異常が生じた場合でも、U11とU21、U12とU22、U13とU23の対になったトランジスタが同時にオンしないように制御する。また、論理回路72にはインターフェースIF3を通ったサーボユニットSVU許可信号ENBも入力され、電動モータ12を電磁的に固定することができる。

【0030】電動モータ12の駆動トルクは、コイルに流す電流をPWM(パルス幅変調)制御することにより調整される。電流のパルス幅を決定するPWM信号は、マイクロコンピュータ8の出力ポートPWMから出力される。論理回路72の内部のPWM合成回路は、PWM信号とポートLA2、LB2、LC2に出力する相切換信号とを合成し、下側のスイッチングユニットU21、U22、U23の制御を行う信号を生成する。

【0031】ポートLA1、LB1、LC1に出力する相切換信号は、論理回路72、電流制限回路CL1、ゲートドライバ76を介し、スイッチングユニットU11、U12、U13のゲート端子に入力され、ポートLA2、LB2、LC2に出力される相切換信号は、論理回路72に含まれるPWM合成回路、電流制限回路CL1、CL2、ゲートドライバ77を介し、スイッチング

ユニットU21、U22、U23のゲート端子に入力される。スイッチングユニットU11、U12、U13、U21、U22、U23は、各々、ゲート端子に入力される信号レベルに応じて制御される。

【0032】電動モータ12は、ブラシレスモータであり、回転子が永久磁石で構成され、固定子が電気コイルになっている。従って、電動モータの回転子の磁極の位置を検出し、磁極の位置と動かす方向に応じて電流を流すコイルを切換える必要がある。この実施例では、電動モータ12の回転子の磁極の位置を検出する磁極センサ18が、電動モータ12に付いている。この磁極センサ18は、検出した3相の信号をHA、HB、HCに入力する。マイクロコンピュータ8は、入力ポートHA、HB、HCの信号を参照して磁極の位置を検出し、検出した位置に基づいて生成した相切換信号をポートLA1、LB1、LC1、LA2、LB2、LC2に出力する。

【0033】後輪舵角の中立点を検出する舵角検出器21は、舵角による信号をサーボユニットSVUのHS1、HS2に入力される。マイクロコンピュータ8は入力ポートの電圧レベルを検出し、中立点を決める舵角検出器21によって最初に検出した舵角初期値と、磁極センサ18が出力する信号をカウントして求められる舵角変化量により、後輪の実舵角値を得ている。

【0034】次に、図5について説明する。図5に示されるように、サーボユニットSVUに入力される舵角検出器21の故障検知を行うセンサ故障検知回路である。舵角検出器21は、後輪の中立点検出用として、小型のホールICよりなるセンサであり、二重系の構成となっている。このセンサに供給される電源はサーボユニットSVUの電源ユニット71から5V電源(Vcc)で共通化され、それぞれのホールIC21a、21bに電源が供給されている。ここで、サーボユニットSVU側から説明すると、ホールICがが出力した信号はサーボユニットSVUにHS1、HS2としてマイクロコンピュータ8の入力ポートに入力されている。サーボユニットSVU内部ではHS1と電源ユニット71からの5V電源Vccの間に抵抗R2が接続され、HS2には抵抗R3を介してサーボユニットSVUのアース(GND)に接続されている。また、舵角検出器21について説明すると、後輪舵角の中立点を検出するホールICは、安全性を考え二重系の構成とし、メインセンサ21a、サブセンサ21bとする。メインセンサのHS1とセンサ電源のアース(GND)の間には抵抗R4が接続され、サブセンサのHS2とセンサ電源Vccの間には抵抗R5が接続されている構成となっている。舵角検出器21とサーボユニットSVUの接続方法は、ホールIC21a、21bと抵抗R4、R5を載せたセンサ基板とサーボユニットSVUの基板をワイヤーボンディングで接続する方法を取り、後輪操舵機構11に設けることにより配線を減らし、舵角検出器21と舵角制御を行うサーボユニットS

VUの接続がされた状態ではじめてセンサとして機能し、センサの故障検知を行う回路となるようにした。例えば、センサ電源Vccが断線した場合には、サーボユニットSVUのマイクロコンピュータ8の信号HS1は抵抗R2によりHiになり、一方、HS2は抵抗R3によりLoになる。またメインセンサ21aの信号線が、舵角検出器21とサーボユニットSVU間で断線した場合には、サーボユニットSVU内部の抵抗R2でHS1はプルアップされているために、マイクロコンピュータ8のポートにはHiの信号が入力される。また、サブセンサ21bの信号線が舵角検出器21とサーボユニットSVU間で断線した場合には、サーボユニットSVU内部の抵抗R3でプルダウンされているために、マイクロコンピュータ8のポートにはLoの信号が入力される。このことにより、舵角検出器21の信号線、または電源線が断線等によりセンサ故障状態になった時には、互いに異なった信号出力を出すことにより、センサの故障検知ができる。

【0035】図3に示した電子制御ユニット9のマイクロコンピュータ1の動作を図6に示し、図4に示したサーボユニットSVUのマイクロコンピュータ8の動作を図7に示す。

【0036】図6においてマイクロコンピュータ1の動作を説明する。

【0037】最初に、電源がオンすると初期化によりCPUのチェック、メモリのクリア、パラメータの初期化、及び、各種モードの初期設定を実行する。また、信号線を使用しサーボユニットSVUとの間でデータの送受信テストを実施し、通信系の異常の有無を調べる。通信系が正常時、ステップS13でサーボユニットSVU許可信号ENBをHi出力にし、通信系に異常があるとS12からS1Eに進む。ステップS14では、サーボ系のゲインパラメータの送信を行う。次のステップS15-S16-S17-S18-S19-S1A-S1B-S1C-S15-…は、何らかの異常が発生するまで、5msごとの周期で繰り返し実行される。

【0038】ステップS15では、目標舵角の今回値をT1に記憶し前回値をT2を記憶する、また、車速の今回値をS1に記憶し前回値をS2に記憶する。そして次にステップS16では目標舵角の今回値T1を演算し記憶する。ステップS17では車速の今回値S1を演算し記憶する。次のステップS18では、目標舵角の今回値T1と前回値T2との差分(目標舵角変化)TΔを演算し、また同様に、車速の今回値と前回値との差分(車速変化)SΔを演算し記憶する。そして次のステップS19で、信号線TXD、RXDを使用し、目標舵角変化TΔ、及び車速変化SΔの情報をサーボユニットSVUに対し送信する。つまり、電子制御ユニット9は、5msごとの周期で目標舵角TΔ及び車速変化SΔの情報をサーボユニットSVUに対し送信する。

【0039】電子制御ユニット9と同様に、サーボユニットSVUは5msの周期でサーボユニットSVUにおける目標舵角と実舵角の偏差 $\theta_e$ の情報を電子制御ユニット9に送信する。ステップS1Aでは、マイクロコンピュータ1はサーボユニットSVUから送られてきた情報を受信する。前回受信してから今回受信するまでの1周期の時間をしきい値と比較し異常の有無を判別する。

1周期の時間が $5 \pm 1\text{ ms}$ の規定の範囲内ならば、正常とみなしえステップS1BからS1Cに進むが、そうでない場合には、ステップS1Eに進む。次のステップS1Cでは、受信した舵角偏差 $\theta_e$ の値を、予め定められた舵角偏差上限しきい値 $\theta_{em}$ と比較し、受信した舵角偏差 $\theta_e$ が、 $\theta_e > \theta_{em}$ なら、時間のカウントを開始する。 $\theta_e \leq \theta_{em}$ になれば時間カウンタはクリアされるが、 $\theta_e > \theta_{em}$ が長く続くと、継続時間が時間のしきい値 $t_{em}$ 以上となり、ステップS1Eに進む。

【0040】ステップS1Eでは、サーボユニットSVU許可信号ENBをLo出力にして、サーボユニットの駆動を禁止させる。通常はステップS1Eを実行するところはないが、マイクロコンピュータが暴走したり、通信回路が故障すると所定時間内に通信情報を受信できなくなった場合にサーボユニットSVUの動作を止めてしまう。

【0041】次に、図7を参照しサーボユニットSVUのマイクロコンピュータ8の動作を説明する。電源がオンすると初期化によりCPUのチェック、メモリのクリア、パラメータの初期化、及び、各種モードの初期設定を実行する。また、信号線を使用しサーボユニットSVUとの間でデータの送受信テストを実施し、通信系の異常の有無を調べる。更には、パワー系の異常の有無を調べる。具体的には、出力ポートLA1、LB1、LC1、LA2、LB2、LC2に出力する相切換信号を順次切り替え、マイクロコンピュータ8のポートM1及びP1GMに入力される電圧レベルをサンプリングしA/D変換して入力し、予め定められたしきい値と比較し、リレー3の状態、スイッチングユニットU11、U12、U13、U21、U22、U23の状態、及び電動モータ12のコイルの状態（オープン、ショート）についての異常の有無を調べる。

【0042】ステップS21の結果、通信系に異常が検出された時には、ステップS22からS26に進み、パワー系の異常が検出された時には、ステップS23からS26に進む。ステップS26では、出力ポートLA1、LB1、LC1、LA2、LB2、LC2に出力する相切換信号を制御して、スイッチングユニットU11、U12、U13、U21、U22、U23を全てオフ状態に制御する。

【0043】異常がない時には、ステップS21-S22-S23を通ってS24に進む。

【0044】ステップS24では、電子制御ユニットか

ら送信される情報を入力し、サーボ系のゲインをセットする。

【0045】次のステップS25では、中立点を決める舵角検出器21が検出した後輪舵角を、磁極カウンタ87に初期値をセットする処理を図7に示し、詳細は後で述べることにする。つまり、磁極センサ18により得られる舵角情報は相対的な値であるので、最初に、後輪舵角の中立点を決める舵角検出器21が検出した実舵角を初期値として採用する。続くステップS27、S28、S29、S2A、S2B、S2C、S2D、…は、何らかの異常が検出されるまで、5ms周期で繰り返し実行される。

【0046】ステップS27では、信号線TXD、RXDを使用し電子制御ユニット9から送信される舵角目標値の変化情報TΔ及び車速の変化情報SΔを受信し、レジスタに記憶する。ステップS28では、舵角目標値の変化情報TΔ及び車速の変化情報SΔを、前回受信してから今回受信するまでの1周期の時間を予め定められたしきい値と比較し異常の有無を判別する。1周期の時間が $5 \pm 1\text{ ms}$ の範囲内ならば、ステップS29に進み、そうでない場合には、ステップS2Fに進む。

【0047】ステップS2Fでは、受信異常を示す診断情報を記憶し、通信線により電子制御ユニット9に送信する。そして、次にステップS2Iでは、電動モータ12の駆動を停止し、後輪舵角を固定して以後の動作を中止する。

【0048】ステップS29では、受信した舵角目標値の変化情報TΔ、及び車速の変化情報SΔをそれぞれの上限しきい値Tref及びSrefと比較し、 $T\Delta < T_{ref}$ かつ $S\Delta < S_{ref}$ の場合には、ステップS2Aに進むが、上記条件以外の場合には、エラーとみなしてステップS2Gに進む。

【0049】この実施例では、5msの間で目標舵角及び車速が一瞬のうちに大きく変化することがないため、受信する舵角情報は目標舵角の最大値よりはるかに小さいために、受信した舵角目標値の変化情報TΔ及び車速の変化情報SΔのどちらかが大きい時には、データ伝送上のエラーが生じている可能性が高いと判断し、予め定められたしきい値以上になった場合に異常とする。

【0050】ステップS2Gでは、データエラーを示す診断情報を記憶し、信号線TXD、RXDを使用し電子制御ユニットに送信する。次のステップS2Iでは、電動モータ12の駆動を停止し、後輪の舵角を固定して以後の動作を中止する。

【0051】ステップS2Aでは、サーボユニットSVUの目標舵角Tθに、受信した最新の舵角TΔを加算して目標舵角Tθを更新する。

【0052】ステップS2Bでは、更新された目標舵角Tθを上限しきい値Tmaxと比較し、 $T\theta < T_{max}$ なら次にステップS2Cに進み、そうでなければS2Hに進

11

む。

【0053】ステップS2Hでは、目標舵角異常を示す診断情報を記憶し、電子制御ユニット9に送信する。次のステップS2Iでは、電動モータ12の駆動を停止し、後輪舵角を固定する。

【0054】ステップS2Cでは、電動モータのサーボ系の制御を行い、このサーボ系の構成を図10に示す。

【0055】つぎのステップS2Dでは、最新の目標舵角T $\theta$ と、舵角検出器21により検出された実舵角との差分を舵角偏差 $\theta_e$ として記憶し、ステップS2Eで、舵角偏差 $\theta_e$ の情報を電子制御ユニット9に送信する。ステップS2Dにおける実舵角として、図9に示す磁極カウンタ87により算出されるRAGLを採用してもよい。その場合、 $\theta_e = \Delta AGL$ になる。

【0056】次に、磁極カウンタに後輪舵角検出値を初期値としてセットする処理を図9を参照して図8について説明を行う。図9は中立点を検出する舵角検出器21にホールICを用いた時の出力を示し、本実施例において中立点を検出する舵角検出器21には、故障検知のために2つのホールICを用いて後輪舵角の検出を行っている。

【0057】ここでは後輪舵角の状態を検出するため、舵角検出器21であるメインセンサ21aとサブセンサ21bを用いている。図9においてこのセンサ出力は、後輪が右側に向いている時にL<sub>0</sub>を出力し、左側に向いている時にH<sub>i</sub>を出力するように設定されている。メインセンサ21aを基準として、ヒステリシスを持つセンサ出力変化状態により検出を行う方法を示す。図8では、磁極カウンタに後輪舵角の検出値を初期値としてセットを行う。まず最初にステップS31では、メインセンサ21aのHS1の状態によりセンサのチェックを行うためにHS1が左右どちらかの状態を示しているかどうかを判断する。後輪が左転舵状態の時にステップS32を行い、右転舵状態の時にステップS38を行う。

【0058】最初に後輪が左に向いている場合には、ステップS32で右転舵を行いメインセンサHS1のセンサチェックを行う。右転舵を行った状態で、センサの出力変化状態を調べる。ステップS33では、いずれかのセンサ出力に変化があったかどうかを検出し、センサ出力に変化があった場合には、ステップS34を行い、センサ出力変化がなかった場合には、ステップS32に戻りもう一度右転舵を繰り返す。ステップS34では、どちらかのセンサ出力が変化してから、もう一方のセンサ出力が変化するまでのステップ数をカウントするステップ演算を行う。

【0059】ステップS35ではステップ演算を行った値が予め定められたしきい値であるHSrefと比較を行い、前記しきい値よりもセンサ出力ステップ数の値が小さい場合にステップS36を行い、大きい時にはステップS37を行う。ステップS36では、メインセンサH

12

S1が右転舵状態か否かを判断し、右転舵状態の時にはステップS38で、ステップ演算を行っているカウンタをクリアして、ステップS39に移り、左転舵状態の時にステップS32をもう一度実行する。ステップS37では、1つのセンサ出力が変化してから、もう一方のセンサ出力が変化することによりセンサ異常とみなしてセンサ異常診断情報を送信する。次に、S2Iにより電動モータ12の駆動を停止し後輪舵角を固定する。ステップS39

では後輪が最初、右側を向いていることにより左側に転舵を行いセンサの出力状態のチェックを行う。次のステップS3Aでは、メインセンサHS1とサブセンサHS2のどちらかにセンサ出力変化があったかどうかを判断し、いずれかのセンサ出力が変化した場合にステップS3Bを行い、どちらのセンサ出力も変化しない場合にはステップS39をもう一度実行する。ステップS3Bでは、どちらかのセンサ出力が変化してから、もう一方のセンサ出力が変化するまでのステップ数をカウントする

20ステップ演算を行う。ステップS3Cでは、ステップ演算を行った値が予め定められたしきい値であるHSrefと比較を行い、前記しきい値よりもセンサ出力ステップ数の値が小さい場合にステップS3Dを行い、大きい場合にはステップS3Eを行う。ステップS3Dでは、メインセンサHS1が左転舵状態か否かを検出し、HS1が左転舵状態の時にステップS3Fを実行し、右転舵状態の時にはステップS39をもう一度実行する。ステップS3Fでは、転舵を実行してセンサの出力状態の変化を検出することによりセンサが正常に作動しているか否かを調べ、センサの出力状態が変化した時点で磁極カウンタのクリアを行い、この点を後輪舵角の中立点としている。また、ステップS3Eでは、1つのセンサ出力が変化してからもう一方のセンサ出力が変化するステップ数を調べ、予め定められたステップ数だけ電動モータを駆動し、転舵を行ってもセンサ出力が変化しないためにセンサ異常とみなし、センサ異常診断情報を送信する。

次に、S2Iにより電動モータ12の駆動を停止し、後輪舵角を固定する。

【0060】この実施例では、電動モータを1ステップ動かす毎に、ホールICの出力状態を調べることを行っている。この様にすることで、ホールICの出力検出には、ホールICの出力検出のためにデジタルプロセッサで割り込みをかけ、割り込み処理で出力検出を行わなくてよいという利点がある。

【0061】次に、図10を参照してサーボユニットSVUのサーボ系を説明する。

【0062】目標舵角T $\theta$ は、微分部90及び減算部92に入力される。微分部90では、目標舵角T $\theta$ の時間微分値SAGLAを計算し、微分ゲイン設定部91に入力する。微分ゲイン設定部91は、SAGLAの絶対値

50

13

から微分ゲインYTDIFGAINを求める。なお、微分ゲイン設定部91の各ブロック中に示したグラフは、横軸が入力値で縦軸が出力値の関係を示している。

【0063】この例では、微分値SAGLAの絶対値が4 deg/sec以下の場合には、微分ゲインは0に、また、微分値SAGLAの絶対値が12 deg/sec以上の場合には、微分ゲインが4にセットされ、上記以外では、微分ゲインは0~4の範囲の値になる。

【0064】減算部92は、目標舵角Tθと実舵角RAGLとの偏差である舵角偏差△AGLを演算する。実舵角RAGLは、磁極カウンタ87から出力される。磁極カウンタ87は、磁極センサ18が出力する3相のパルス信号間の位相差から電動モータ12の回転方向を識別し、パルス信号のパルス数をそれまでのカウント値に加算又は減算して舵角値を検出する。磁極センサ18からの信号により得られる舵角値は相対値である。この例では、図6のステップS25で最初に舵角検出器21が検出した実舵角を磁極カウンタ87に予めセットしてあるため、磁極カウンタ87が出力する値RAGLは実舵角になる。

【0065】舵角偏差△AGLは、舵角偏差不感帯93で処理され、舵角偏差値ETH2になる。舵角偏差不感帯93は、入力値(舵角偏差△AGL)の絶対値が所定値ETH2MAX以下の場合には、舵角偏差値ETH2を0にし、舵角偏差△AGLが小さい時に制御を停止させる。舵角偏差不感帯93が出力舵角偏差値ETH2は、比例部96及び微分部94に入力される。

【0066】比例部96は、予めセットされた比例ゲインの値を舵角偏差値ETH2に掛けた値を比例制御値PAGLAとして出力する。微分部94は、舵角偏差値ETH2を時間微分して舵角偏差微分値SETH2を求め、乗算部95で、舵角偏差微分値SETH2に微分ゲインYTDIFGAINを掛け、微分制御値DAGLAを算出する。加算部97では、比例制御値PAGLAと微分制御値DAGLAとを加算した結果を、制御舵角値HPIDとして出力する。

【0067】制御舵角値HPIDは、舵角偏差リミッタ98を通り、制御量ANGになる。

【0068】舵角偏差リミッタ98は、入力値に比例した出力を生成するとともに、制御量ANGが1.5deg以上、又は-1.5deg以下にならないように出力値の範囲を制限する。制御量ANGは、パルス幅変調換部99に入力され、パルス幅変調信号PWM1に変換される。即ち、周期が一定で制御量ANGに比例したパルス幅のパルス信号PWM1が生成される。このパルス幅変調信号PWM1が、モータドライバに入力される。モータドライバは、パルス幅変調信号PWM1に応じ電動モータ12のオン/オフのタイミングを決める。従ってパルス幅変調信号PWM1により、電動モータ12の駆動トルクが変化する。電動モータ12が回転する

14

と、磁極センサ18がパルスを発生するので、磁極カウンタ87のカウンタ値、即ち、実舵角値RAGLが変わり、舵角偏差△AGLが変わる。このサーボ系は、舵角偏差△AGLが0に近づくように電動モータ12を制御する。

【0069】

【発明の効果】以上のとおり本発明によれば、後輪操舵の中立点検出を行うセンサに、小型のホールICを二つ用いて二重化し、どちらかのセンサが故障した場合は、互いに異なる信号を出力するように、簡単なセンサ故障回路を設けることにより、センサ故障の検出が可能となる。またセンサの二重化に伴い、後輪舵角の中立点検出を行うセンサとサーボユニットSVUの接続をセンサ電源の共通化により、完全な二重化よりは配線を減らしてセンサの故障が検出できるため、コストの低減及び安全性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の自動車の操舵系の構成を示すブロック図である。

10 【図2】 図1の後輪操舵機構11の外観を示す一部切欠平面図である。

【図3】 図1の電子制御ユニット9の構成を示すブロック図である。

【図4】 図1のサーボユニットSVUの構成を示すブロック図である。

【図5】 サーボユニットSVUと舵角検出器21との間のセンサ故障検知回路である。

【図6】 図3の中のマイクロコンピュータ1の動作を示すフローチャートである。

30 【図7】 図4の中のマイクロコンピュータ8の動作を示すフローチャートである。

【図8】 磁極カウンタの初期値セットの処理を詳細に示すフローチャートである。

【図9】 舵角検出器21の出力状態を示す図である。

【図10】 実施例のサーボ系の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 : マイクロコンピュータ	2 : バッテリー
3 : リレー	4 : 電源ユニット
40 5 : モータドライバ	8 : マイクロコンピュータ
9 : 電子制御ユニット	10 : 前輪操舵機構
10a : ラック軸	11 : 後輪操舵機構
12 : 電動モータ(ブラシレスモータ)	
13 : 左前輪	14 : 右前輪
15 : 左後輪	16 : 右後輪
17, 20 : 舵角検出器	18 : 磁極センサ
50 19 : ステアリングホイール	21 : 舵角検出器

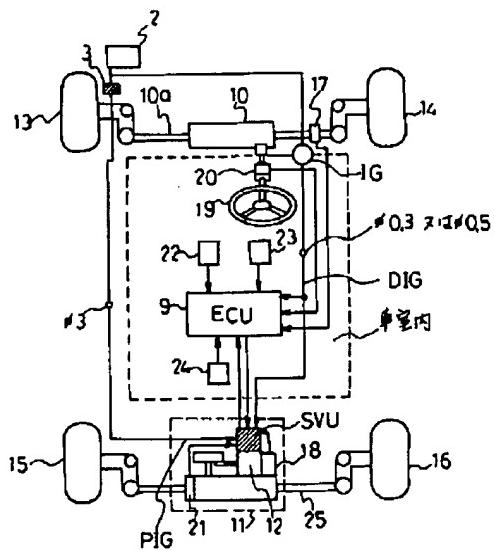
15

22, 23 : 車速検出器  
検出器  
25 : ラック軸  
ト  
87 : 磁極カウンタ

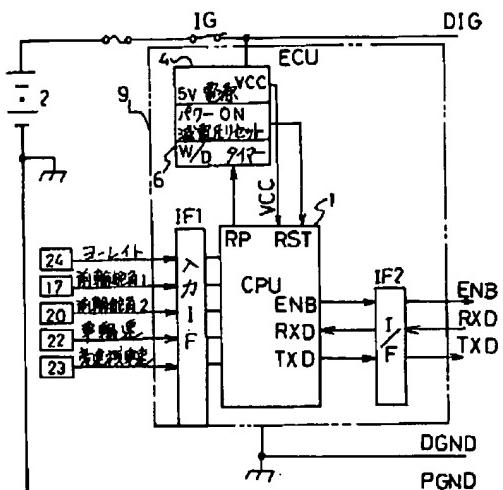
24 : ヨーレート  
71 : 電源ユニット

DV1, DV2, DV3 : ドライバ  
IF1, IF2, IF3 : インターフェース  
DIG, PIG : 電源ライン  
SVU : サーボユニット

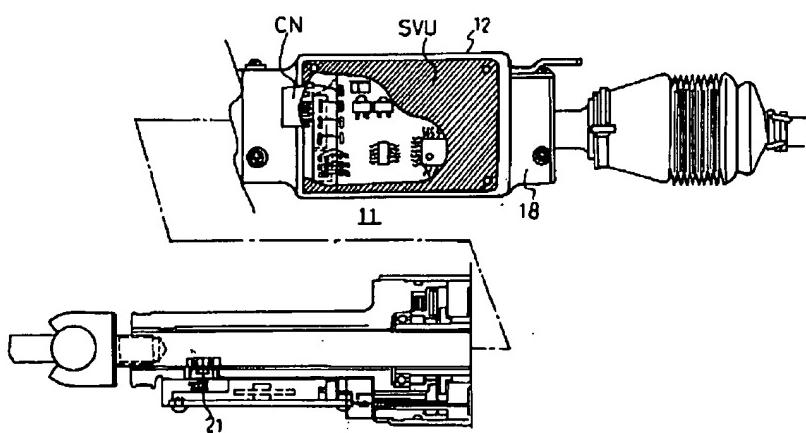
【図1】



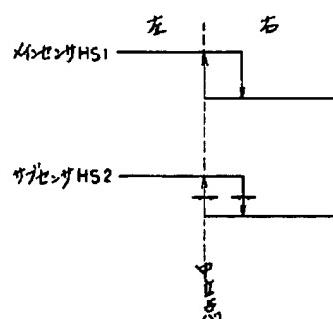
【図3】



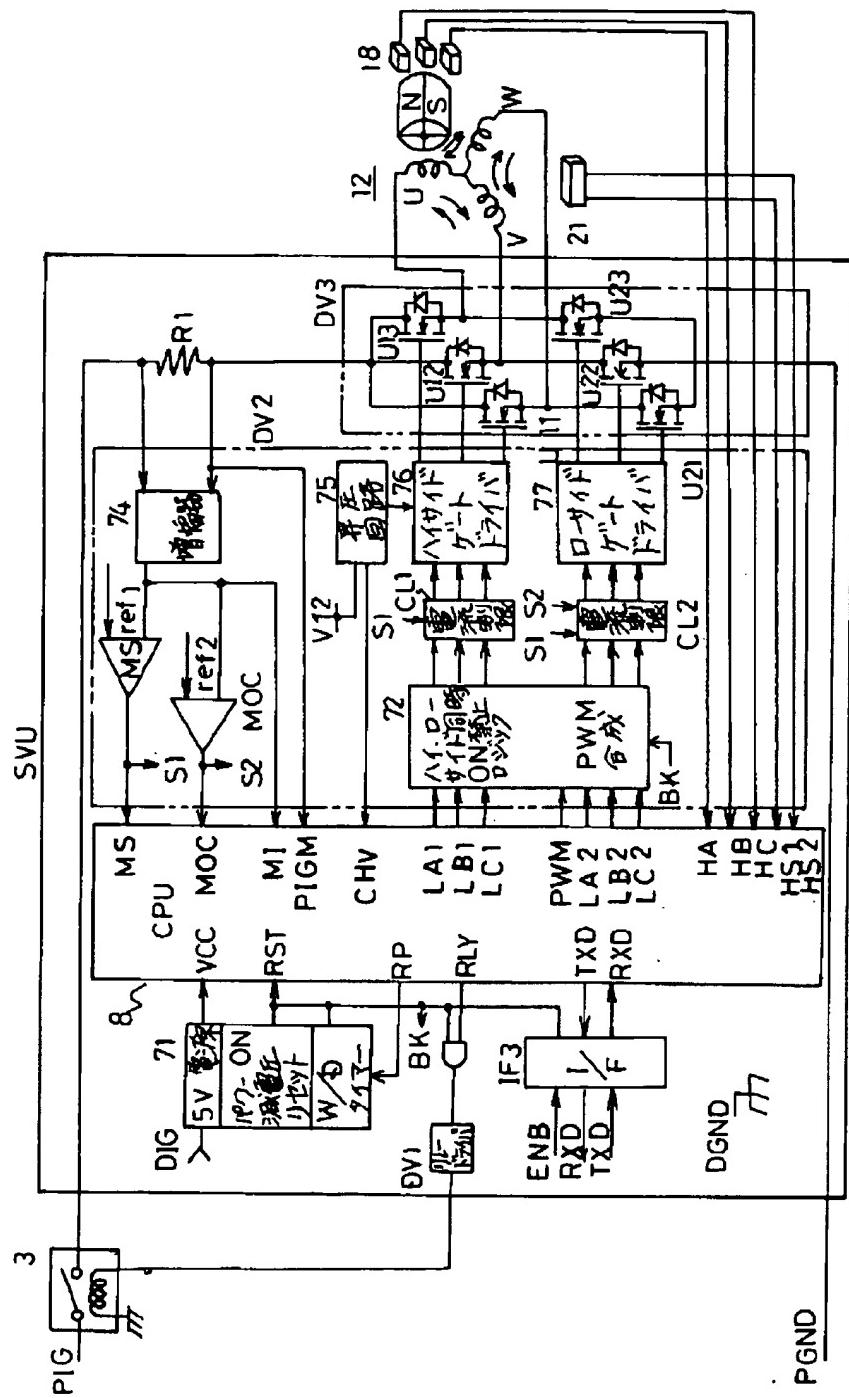
【図2】



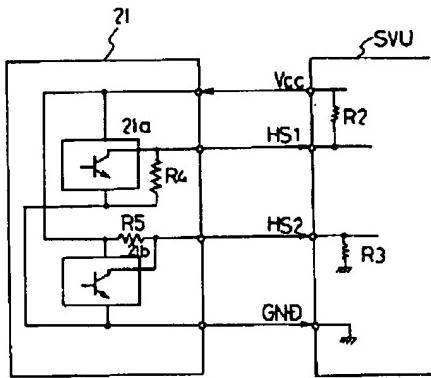
【図9】



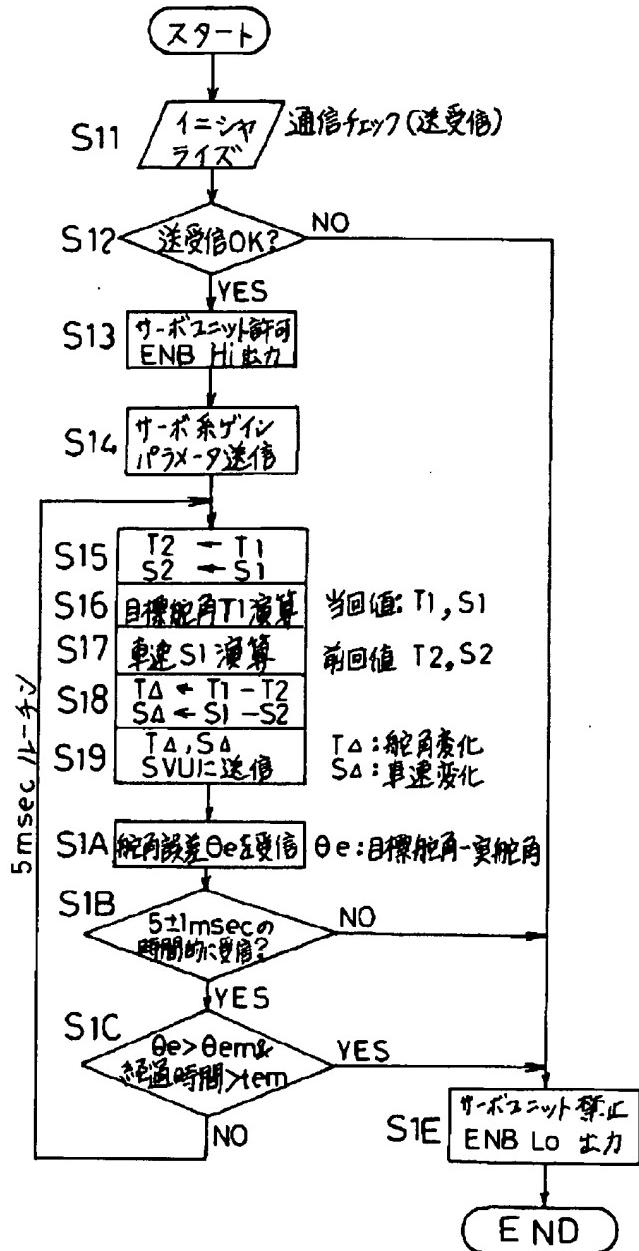
[図4]



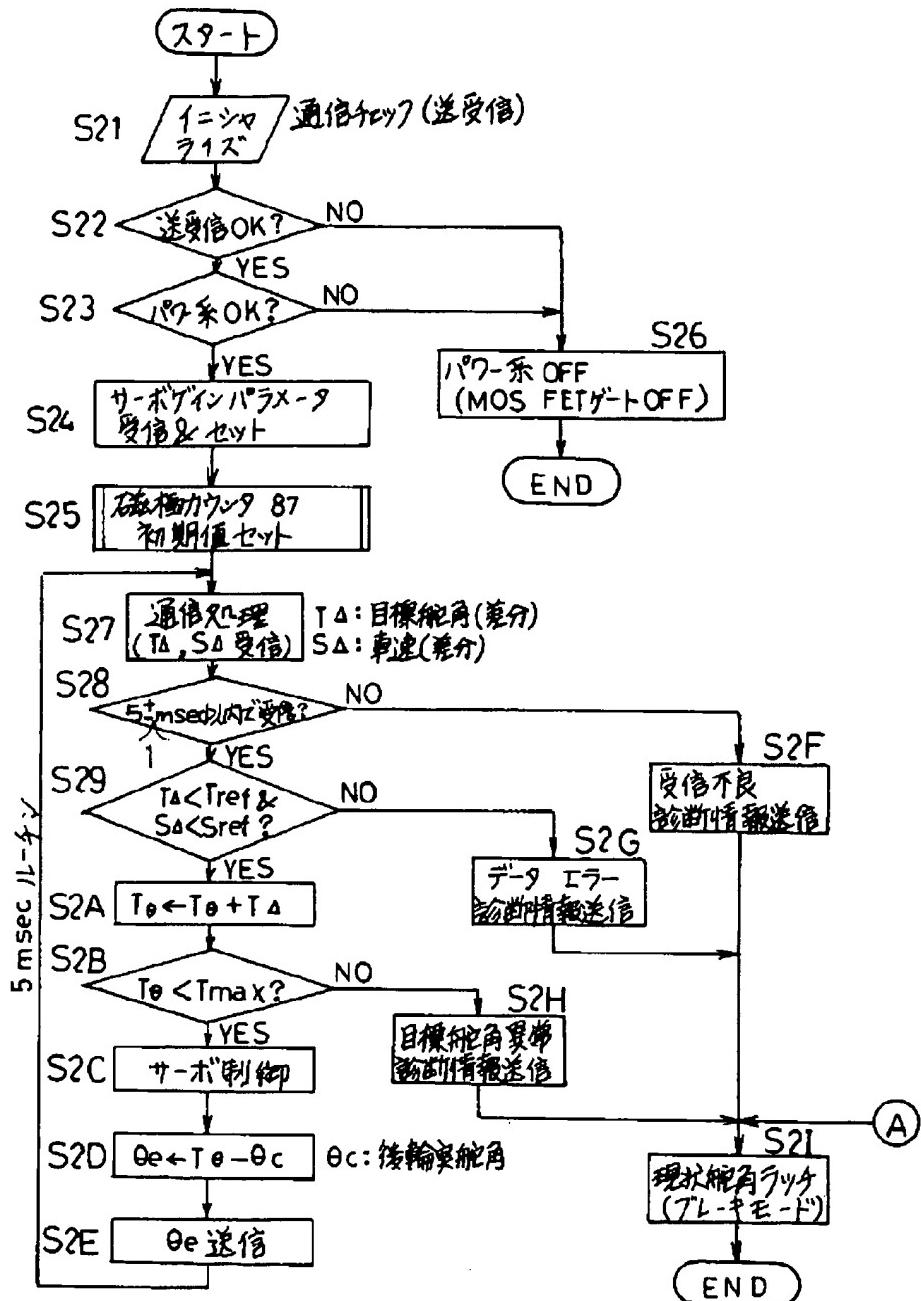
【図5】



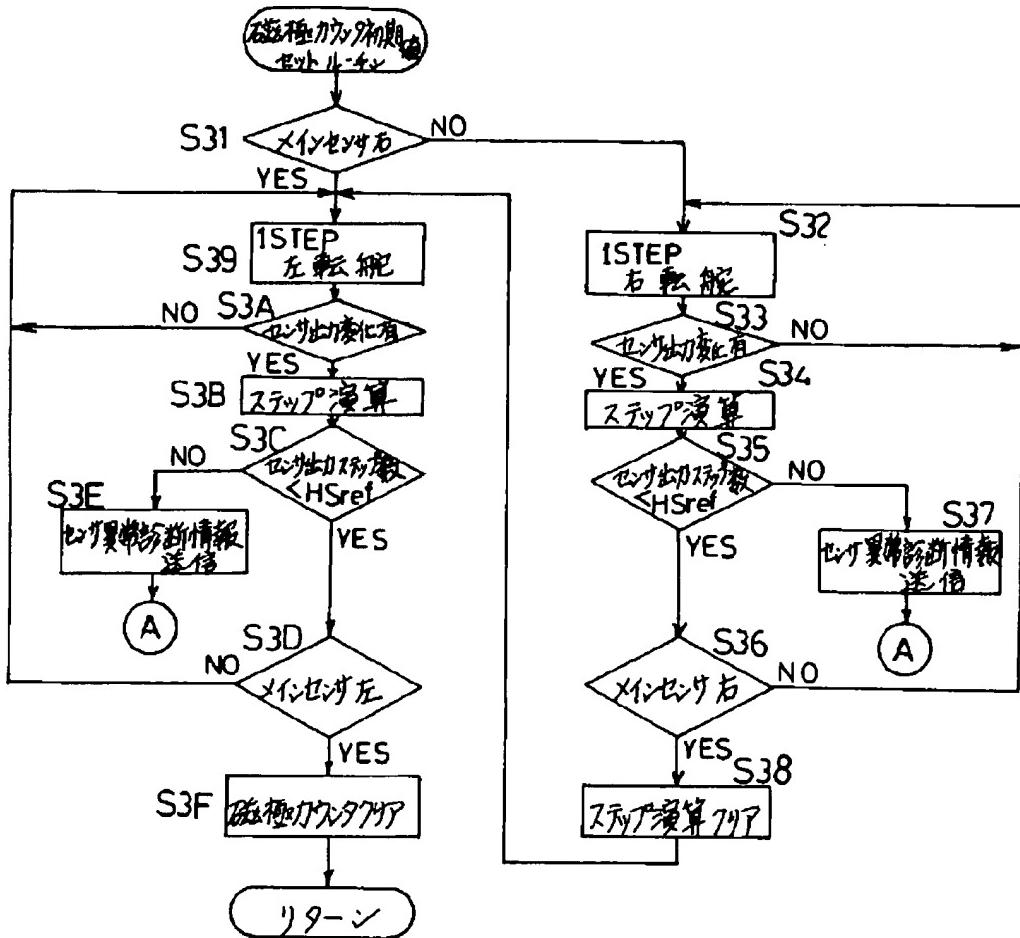
【図6】



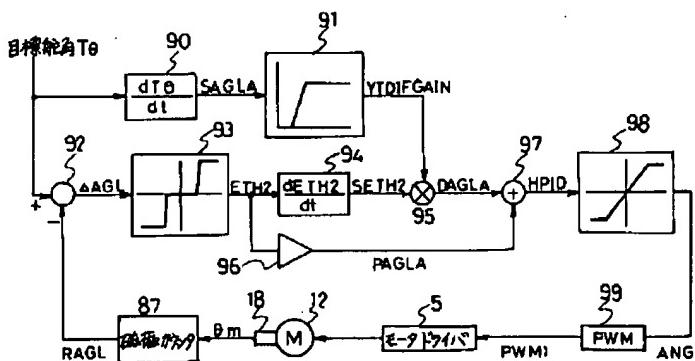
【図7】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 6 2 D 137:00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所